

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>A61B 3/113, H04N 5/232, G02B 27/01</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 96/36271</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. November 1996 (21.11.96)
--	-----------	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/02046  
 (22) Internationales Anmeldedatum: 13. Mai 1996 (13.05.96)  
  
 (30) Prioritätsdaten:  
 1411/95-2 15. Mai 1995 (15.05.95) CH  
  
 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LEICA  
 AG [CH/CH]; Postfach, CH-9435 Heerbrugg (CH).  
  
 (72) Erfinder; und  
 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STÜTTLER, Herbert, M.  
 [AT/AT]; Loretoweg 2, A-6830 Rankweil (AT).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US; europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

**Veröffentlicht**

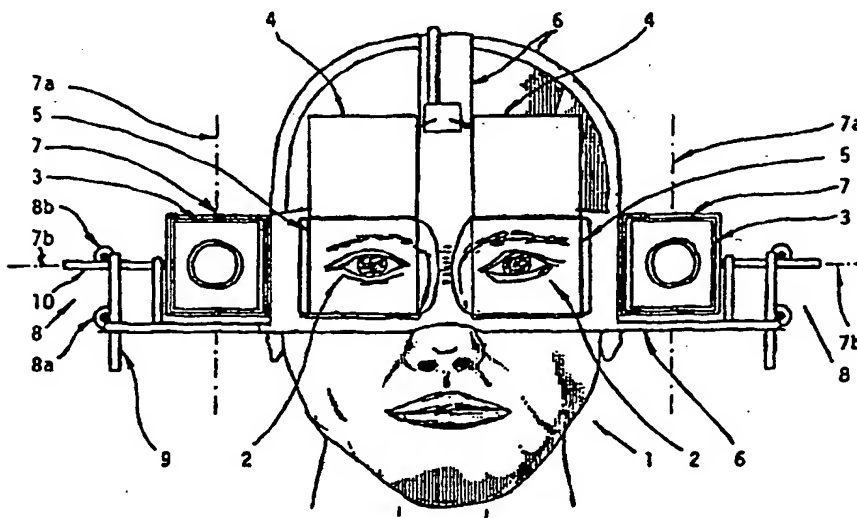
*Mit internationalem Recherchenbericht.  
 Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen  
 Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen  
 eintreffen.*

**(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR THE PARALLEL CAPTURE OF VISUAL INFORMATION**

**(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM PARALLELEN ERFASSEN VON SEHINFORMATION**

**(57) Abstract**

In order to ascertain what a person really sees, a monitoring, picture recording system has at least one video camera (3) arranged in such a way that the captured images at least approximately match the field of vision observed by the person. For that purpose, at least one eye parameter, such as the viewing direction and/or the refractive power of at least one eye (2), is determined and the picture recording monitoring system (3) is controlled depending on the thus determined parameters. The position of the centre of the pupil is determined by image sensors (4) associated to the eyes and the visual axis is derived therefrom. At least one video camera (3) secured in an adjustable manner to the head is oriented according to the visual axes. Focusing may also be adjusted depending on the refractive power of the eye. The parallel capture of visual information may be used in many fields, in particular for monitoring tasks and also for therapeutic uses.



# (57) Zusammenfassung

Um festzustellen, was eine Person tatsächlich sieht, ist ein bildaufnehmendes Kontrollsystem mit mindestens einer Videokamera (3) so vorgesehen, dass die erfassten Bilder wenigstens annähernd mit dem von der Person beobachteten Blickfeld übereinstimmen. Dazu wird mindestens ein Augenparameter, wie etwa die Blickrichtung und/oder die Brechkraft mindestens eines Auges (2) bestimmt und abhängig von den bestimmten Parametern das bildaufnehmende Kontrollsystem (3) gesteuert. Mit den Augen zugeordneten Bildsensoren (4) ist etwa die Lage des Pupillenzentrums und daraus die Augenachse bestimmbar. Entsprechend den Augenachsen wird mindestens eine verstellbar am Kopf befestigte Videokamera (3) ausgerichtet. Gegebenenfalls wird auch die Fokussierung in Abhängigkeit von der Brechkraft des Auges eingestellt. Das parallele Erfassen von Bildinformationen ist in vielen Bereichen, insbesondere etwa für Kontrollaufgaben und auch für den therapeutischen Einsatz, anwendbar.

## LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LX	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

## Verfahren und Vorrichtung zum Parallelen Erfassen von Sehinformation

- Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine  
5 Vorrichtung nach Anspruch 9.

- Bei manuellen Tätigkeiten, die äusserst genau ausgeführt werden müssen, hängt das Resultat stark von der exakten Beobachtung während der Tätigkeit ab. Dies gilt insbesondere bei chirurgischen Eingriffen am menschlichen oder  
10 tierischen Körper. Wenn die operierende Person das Gewebe im Bereich des Messers zuwenig genau beobachtet, besteht die Gefahr, dass eine wichtige Struktur wie etwa ein Nervenbündel durchtrennt wird.

- In Systemen mit hohem Gefahrenpotential beispielsweise in Atomkraftwerken  
15 müssen Montage- und Kontrollarbeiten unter guter optischer Kontrolle sehr exakt durchgeführt werden. Ein exaktes Beobachten ist auch bei Manipulationen und bei Kontrollaufgaben in der Raumfahrt, der Fliegerei und in komplexen terrestrischen Systemen unumgänglich.

- 20 Der Wunsch, erfassbar zu machen was eine Person sieht, ist alt und konnte bis heute nicht erfüllt werden. Der Versuch, die Bildinformation durch das Abtasten des Sehnervs zu erhalten, führt nicht zum Ziel, weil ein wesentlicher Teil der Signalbearbeitung und Bilderfassung erst im Hirn erfolgt.

- 25 Eine oder mehrere Video-Überwachungskameras die den ganzen Bereich, der von einer Person kontrolliert werden soll, aufnehmen, zeigen lediglich auf, was erfassbar ist, nicht aber was die beobachtende Person erfasst. Um ein mögliches Fehlverhalten der Person analysieren zu können, ist es sicher zweckmässig, wenn Überwachungskameras alles Erfassbare aufzeichnen.

- 30 Zudem muss aber auch das Beobachtete erfasst werden.

- Aus der Patentschrift US 4 395 731 ist eine Mikroskopbrille bekannt, die bei chirurgischen Eingriffen getragen werden kann. Der Operationsbereich wird von zwei vor den Augen angebrachten Videokameras überwacht. Den Augen  
35 werden die Bilder der Videokameras über direkt vor den Augen angeordnete

Monitoren, bzw. Bildflächen zugeführt. Die Verwendung von Zoom-Optiken ermöglicht so die Vergrößerung von Ausschnitten des Operationsbereiches.

Die Augen bleiben immer auf die Bildquellen (z.B. ein CRT) gerichtet, was zu  
5 einer schnellen Ermüdung führen kann. Zudem kann nicht bestimmt werden, wie  
die Augen das ihnen zugeführte Bild erfassen. Es könnte sein, dass ein  
wichtiger Bildbereich in den Bildquellen nie so betrachtet wird, dass er auf jenen  
Bereich der Augenretina fällt, der das scharfe Sehen ermöglicht. Durch die  
Fokussierung und Ausrichtung der beiden Kameras ist eine feste Distanz  
10 vorgegeben, die zwischen den Kameras und dem Operationsbereich liegen  
muss, um eine scharfe und perspektivisch gute Ansicht zu erhalten. Ändert sich  
diese Distanz aufgrund von Kopfbewegungen, so sind die auf den Monitoren  
dargestellten Bilder unscharf und/oder können von den Augen nicht mehr so  
betrachtet werden, dass ein dreidimensionales Bild entsteht. Die manuelle  
15 Verstellmöglichkeit ist kaum geeignet, um die Ausrichtung der Kameras an  
kurzzeitige Distanzänderungen anzupassen. Ein weiterer Nachteil der  
Mikroskopbrille ist die Einschränkung des Gesichtsfeldes durch die Optiken der  
Kameras und durch die beschränkte Grösse der Monitoren. Zudem sind  
Gesichtsbereichs-Änderungen mittels Augenbewegungen auf den Bildbereich  
20 der Kameras bzw. der Monitoren eingeschränkt.

Ein optisches System, das die Beobachtungen der arbeitenden oder  
kontrollierenden Person zu erfassen versucht, indem dieser Person nur die von  
Kameras erhaltenen Bilder zugeführt werden, schränkt die  
25 Beobachtungsfähigkeit dieser Person stark ein und zeigt nicht auf, welche  
Bereiche der zugeführten Bilder betrachtet werden.

Die erfindungsgemässe Aufgabe besteht nun darin, festzustellen, welche  
Bildinformationen von einer Person, oder einem beliebigen lichtempfindlichen  
30 Sensorsystem tatsächlich erfasst werden.

Die erfindungsgemässe Lösung sieht ein parallel zu den Augen der Person oder  
parallel zu einemlichtsensiblen Sensorsystem wirkendes bildaufnehmendes  
Kontrollsystem vor, bei dem eigene verstellbare Parameter durch gemessene  
35 Parameter der Augen oder des bildaufnehmenden ersten Systems, bzw. eines

zur Sehinformation führenden Beobachtungsvorganges, gesteuert werden. Es wird somit erfindungsgemäss ein optisches System eingesetzt, das im wesentlichen die Beobachtung der arbeitenden oder kontrollierenden Person parallel zu dieser erfasst, darstellt und/oder speichert. Zum Erfassen der menschlichen Beobachtung wird zumindest die Ausrichtung der beiden optischen Augenachsen gemessen und die dabei erhaltenen Werte werden zur Steuerung der Ausrichtung mindestens einer Kamera, bzw. des zur Abbildung gelangenden Raumwinkelbereiches verwendet. Vorzugsweise erfolgt die Bestimmung der optischen Achsen in einem Koordinatensystem, das relativ zum Kopf fest ist und sich somit mit dem Kopf bewegt. Da die Bewegungen jedes Auges durch sechs äussere Augenmuskeln erfolgt, kann eine Sensorvorrichtung vorgesehen werden, die die Reize dieser Muskeln erfasst und daraus die jeweilige Augenstellung bzw. die optischen Augenachsen ableitet. Bevorzugt wird aber jedem Auge ein optischer Sensor zugeordnet, der die Augenstellung erfasst.

Die Augenstellungen bzw. die Ausrichtungen der optischen Augenachsen, die in einem mit dem Kopf verbundenen Koordinatensystem bekannt sind, werden nun zur Steuerung der Ausrichtung mindestens einer, vorzugsweise aber zweier, über eine Halterung mit dem Kopf verbundener Kameras verwendet. Die mindestens eine Kamera ist dabei so mit dem Kopf verbunden, dass sie analog zu den Augen nebst den Bewegungen aufgrund der Kopfbewegungen auch Bewegungen relativ zum Kopf ausführen kann. Es versteht sich von selbst, dass zum Verstellen des zur Abbildung gelangenden Raumwinkelbereiches anstelle der Kamerabewegung auch eine verstellbare optische Abbildungsvorrichtung, insbesondere mit verstellbaren Spiegeln oder dergleichen vorgesehen werden kann.

Eine Anwendemöglichkeit ergibt sich auf den verschiedensten Gebieten, u.a. auch bei der Videotelefonie, bei der ein Gesprächspartner die Möglichkeit erhält, gewissermassen mit den Augen des Benutzers dieselben Dinge zu betrachten, ohne dass zusätzlich aufnahmetechnische Manipulationen nötig sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist auf beiden Seiten des Kopfes im Schläfenbereich im wesentlichen auf der Höhe der Augen eine Kamera mit

5 einem CCD angeordnet. Jede Kamera ist jeweils dem nähergelegenen Auge zugeordnet. An einem auf den Kopf aufsetzbaren Halteteil ist eine die Kamerabewegungen ermöglichende Lagervorrichtung, insbesondere etwa eine kardanische Lagerung, und eine Betätigungsvorrichtung vorgesehen. Die Bewegung einer Kamera bzw. ihrer optischen Achse erfolgt beispielsweise durch die Bewegung eines im wesentlichen parallel zur Kameraachse verlaufenden, mit der Kamera verbundenen, Stiftes. Dabei wird der Stift in einer Ebene quer zum Stift mittels zweier im wesentlichen senkrecht zueinander angeordneter Linearantriebe bewegt.

10

Da die Lage der Kameras etwas von der Lage der Augen verschoben ist, muss bei der Steuerung der Kameraausrichtung eine geometrische Korrektur berücksichtigt werden. Diese Korrektur soll gewährleisten, dass der Schnittpunkt der beiden Kameraachsen am gleichen Ort liegt, wie der Schnittpunkt der beiden optischen Augenachsen. Bei parallelen Augenachsen ist keine Korrektur nötig.

15

Um den von den Augen fixierten Punkt zu bestimmen, muss berücksichtigt werden, dass die Fixierlinie des Auges nicht mit der optischen Achse übereinstimmt. Bei der optischen Achse des Auges handelt es sich um die Achse, bezüglich welcher der optische Apparat des Auges (Cornea, Iris, Linse) im wesentlichen rotationssymmetrisch ist. Weil aber der empfindlichste Bereich der Retina, die Fovea centralis etwas neben dieser Achse liegt, ist die Gesichtslinie bzw. Fixierlinie wenig gegen die optische Achse geneigt. Die Abweichung zwischen diesen beiden Linien kann als Standardabweichung berücksichtigt oder etwa bestimmt werden, indem bei vorgegebener Kopfausrichtung von den Augen ein Punkt mit bekannter Lage fixiert wird und dabei die Richtungen der optischen Augenachsen gemessen werden. Aufgrund der bekannten Kopfausrichtung, bzw. der Lage der Augen und des vorgegebenen Fixierpunktes sind die Fixierlinien festgelegt, so dass die Abweichungen zwischen den optischen Augenachsen und den entsprechenden Fixierlinien bestimmbar sind.

20

25

30

Beim Berücksichtigen der unterschiedlichen Ausrichtung der optischen Achse und der Gesichtslinie eines Auges kann die mittels des Sensors bestimmte

- Richtung der optischen Achse aufgrund der bekannten Abweichung in die Richtung der Fixierlinie umgerechnet werden. Die Kameraachsen werden dann gemäss den Fixierlinienrichtungen auf den Fixierpunkt ausgerichtet, so dass der Fixierpunkt ins Zentrum des Bildbereiches zu liegen kommt. Werden die
- 5 Kameras aber entsprechend den optischen Augenachsen ausgerichtet, so ist der Fixierpunkt etwas neben dem Bildzentrum. Die Lage des Fixierpunktes kann dann aufgrund der bekannten Abweichungen bei der Darstellung bzw. Auswertung der Kontrollbilder markiert bzw. berücksichtigt werden.
- 10 Falls das Kontroll-Beobachtungssystem keine dreidimensionale Bildinformation erfassen muss, genügt eine Ausführungsform mit lediglich einer Kamera, die vorzugsweise im Stirnbereich mittig über den beiden Augen angeordnet wird. Auch die Ausrichtung dieser Kamera soll auf den Schnittpunkt der Augenachsen, oder gegebenenfalls auf den Schnittpunkt der Gesichtslinien,
- 15 bzw. bei fehlendem Schnittpunkt parallel zu den Augenachsen erfolgen.
- Anstelle des Ausrichtens mindestens einer Kamera kann etwa eine fest mit dem Kopf verbundene, vorzugsweise gerade nach vorne gerichtete, Kamera insbesondere mit Weitwinkeloptik eingesetzt werden, wobei die aus der
- 20 Messung der Augenachsenrichtungen ableitbare Fixierlinie dann zum Bestimmen des betrachteten Bildbereichs verwendet wird. Durch das kontinuierliche Markieren des jeweiligen Fixierpunktes oder durch das Darstellen lediglich eines um den aktuellen Fixierpunkt angeordneten Bildbereiches kann erfasst werden, was die kontrollierte Person betrachtet.
- 25 Aus dem Bereich der Foto- und Videokameras sind Verfahren und Vorrichtungen zum Bestimmen der Ausrichtung der optischen Augenachse bekannt. Aufgrund der bestimmten Achsenlage erfolgt etwa die automatische Fokussierung auf den betrachteten Bildbereich. Zur Achsenbestimmung wird
- 30 das Auge mit Infrarotlicht, das vom Auge nicht wahrgenommen wird, beleuchtet und das reflektierte Infrarotlicht, bzw. das Augenbild wird auf eine Bildsensorebene abgebildet. Das Augenbild setzt sich im wesentlichen aus Reflexionen an der Hornhaut (Cornea) und der Iris zusammen. Da der grösste Anteil des durch die Pupille gelangenden Infrarotlichtes nicht zurückgeworfen
- 35 wird, kann mit dem Bildsensor und mit einer damit verbundenen

Bildauswertungseinheit ein Unterschied im Randbereich zwischen Pupille und Iris ermittelt werden. Gegebenenfalls wird auch die von der Augenrichtung abhängige Form der Iris bestimmt und das Zentrum der Pupille als Schnittpunkt der zwei Hauptachsen, der im Bild ellipsen- oder gegebenenfalls kreisförmigen äusseren Iris-Berandung festgelegt. Die optische Augenachse ist dann die Linie, die durch das Zentrum der Pupille und durch ein vorgängig zu bestimmendes Augendrehzentrum führt.

Zum Bestimmen des Augendrehzentrums wird etwa bei fester bekannter Kopfausrichtung und Kopflage mindestens für zwei bekannte, nacheinander von den Augen fixierte Fixierpunkte eine Fixierlinien-Bestimmung durchgeführt. Die Fixierpunkte sind vorzugsweise zwei fest mit der Halterung für die Kameras und die Sensoren zur Bestimmung der Pupillenlage verbindbare Markierpunkte, so dass die Bestimmung unabhängig von der Kopfausrichtung erfolgen kann. Das Augendrehzentrum liegt dann im wesentlichen beim Schnittpunkt der durch die Fixierpunkte gelegten Fixierlinien. Da das Augendrehzentrum auf der optischen Augenachse liegt, muss zur Erhöhung der Bestimmungsgenauigkeit aufgrund der Abweichung zwischen Fixierlinie und optischer Augenachse, wie oben beschrieben, eine Korrektur gemacht werden. Der Abstand zwischen den Drehzentren der beiden Augen entspricht dem Augenabstand. Wenn die beiden Augen im wesentlichen gerade und horizontal nach vorne ins Unendliche blicken, werden die beiden Iris je kreisförmig auf die beiden Bildsensorebenen abgebildet, der Abstand zwischen den Pupillenzentren entspricht ebenfalls dem Augenabstand und die Pupillenzentren liegen je in einem Auslenkungsnullpunkt. Um die Augen unabhängig von der Kopfausrichtung parallel gerade nach vorne auszurichten, wird gegebenenfalls gerade vor jedem Auge ein mit der Halterung verbundener Markierpunkt angeordnet. Die Augen sind dann parallel nach vorne ausgerichtet, wenn die beiden je einem Auge zugeordneten Markierpunkte in den Bildern beider Augen aufeinander liegen.

Durch die Bestimmung des Randbereiches zwischen Pupille und Iris ist auch die eingestellte Blende bekannt. Diese Blende soll gegebenenfalls auch als gemessener Parameter zur Steuerung der Blende des Kontrollsystems verwendet werden und so die Lichtverhältnisse analog zu jenen im Auge variieren. Dies ist dort von Vorteil, wo man eher am tatsächlich durch das Auge

wahrgenommenen Bild interessiert ist als an einem möglicherweise besseren, das durch die Kamera aufgenommen wird (z.B. bei medizinischen Anwendungen). Um im Kontrollsystem für die Bildaufnahme optimale Lichtverhältnisse zu haben, wird die Blende automatisch verstellt, dabei geht jedoch  
5 gegebenenfalls wahlweise der tatsächliche Helligkeits- und Schärfeneindruck des Anwenders verloren.

Bei den Augenachsen-Bestimmungsverfahren gemäss dem Stande der Technik wird das vom Auge zurückgeworfene Infrarotlicht durch einen teildurchlässigen  
10 Infrarot-Spiegel (dichroitischen Spiegel), dessen Reflexionsrate für Infrarot sehr hoch und für sichtbares Licht sehr klein ist, seitlich aus dem Strahlengang der Kamera gegen den Bildsensor ausgelenkt. Dadurch wird gewährleistet, dass die Sicht auf die Bildebene der Kamera ungestört ist. Bei der erfindungsgemässen Lösung schaut das Auge hingegen weder durch ein Okular noch auf eine  
15 bilddarstellende Fläche, sondern direkt auf die Objekte. Um die Achsbestimmung durchzuführen, muss aber vor dem Auge mindestens ein Infrarot-Spiegel vorgesehen sein, der zumindest das Infrarotbild des Auges auf einen Bildsensor seitlich am Rand des Gesichtsfeldes umlenkt. Gegebenenfalls wird aber auch das infrarote Beleuchtungslicht von mindestens einer seitlichen  
20 Quelle über einen Spiegel dem Auge zugeführt.

Bei den bekannten Anwendungen der Augenachsenbestimmung ist das Auge jeweils nahe am Okular der Sucheranordnung, so dass das durch die Infrarotmessung bestimmte Augenbild nicht oder nur wenig durch Reflexionen  
25 des Umgebungslichtes beeinträchtigt wird. Bei der erfindungsgemässen Anordnung ist das Auge im wesentlichen ungeschützt dem Umgebungslicht ausgesetzt. Um eine Störung des Augenbildes und seiner Auswertung durch Umgebungslicht zu verhindern, sieht die Patentanmeldung DE 43 37 098 eine Betriebsweise vor, bei der die Bildinformation auf der Basis des Unterschiedes  
30 zwischen Phasen mit Infrarotbeleuchtung und Umgebungslicht und Phasen nur mit Umgebungslicht ausgewertet wird. Aus der europäischen Patentanmeldung EP 602 895 ist ein äusserst kompakter Achsbestimmungssensor bekannt.

Da das Auge in der erfindungsgemässen Anordnung im wesentlichen  
35 uneingeschränkt dem Umgebungslicht ausgesetzt ist, ist es jedoch gut

beleuchtet und erlaubt gegebenenfalls die Bestimmung der Pupillenlage mit einem Bildsensor (CCD), der für Licht im sichtbaren Bereich empfindlich ist. Bei der Achsenbestimmung kann somit auf eine Beleuchtung mit Infrarot verzichtet werden.

5

Nebst der Ausrichtung der Augen ist die Akkommodation durch die Einstellung der Brechkraft der Linse ein weiterer wichtiger Parameter des Beobachtungsvorganges. In einer ersten Näherung kann davon ausgegangen werden, dass die Brechkraft der beiden Augen immer auf den Fixierpunkt  
10 eingestellt ist. Entsprechend sollen die Optiken der Kameras so gesteuert werden, dass der Fixierpunkt, dessen Abstand aufgrund des Abstandes zwischen den beiden Augen und den Ausrichtungen der Fixierlinien (Triangulation) bestimmbar ist, scharf gestellt wird. Die Bestimmung des Fixierpunkt-Abstandes mittels Triangulation ist zumindest im Nahbereich  
15 genügend genau. Gegebenenfalls können die Optiken der Kameras auch mittels Autofokus im Bereich des Fixierpunktes scharfgestellt werden.

Zur Bestimmung der Brechkraft des Auges werden Augenrefraktometer eingesetzt, die im wesentlichen die sphärische Dioptrie, den Astigmatismus und  
20 die Astigmatismusachse messen. Da sich der Astigmatismus und die dazugehörige Achse zumindest in erster Näherung während eines Beobachtungsvorganges nicht ändern, muss lediglich die sphärische Dioptrie bestimmt werden um, die Brechkraft des Kontrollsystems mittels gemessener Parameter zu steuern. Die Messung dieses Parameters wird dadurch erschwert,  
25 dass er bei beliebiger Ausrichtung des Auges bestimmt werden muss.

Die Änderung der Linsenbrechkraft geht mit Formänderungen der Linse einher, die zumindest in bestimmten Richtungen oder Schnittebenen gegebenenfalls mittels Ultraschallechographie bestimmbar sind. Zum Ausmessen des Auges  
30 entlang der optischen Achse wird ein Ultraschallsignal über eine Vorlaufstrecke aus Wasser an das Auge angekoppelt. Die Linsendicke ergibt sich durch Laufzeitdifferenzen der Echos an den beiden Linsenberandungen. Nebst den reinen Laufzeitmessungen entlang einer Achse werden auch beim Auge bildgebende Ultraschall-Messverfahren verwendet, die Schnittbilder durch das Auge  
35 darstellen. Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung muss das Auge eine im

wesentlichen ungestörte Sicht nach vorne haben. Eine gegebenenfalls vorgesehene Ultraschallankoppelung muss daher von der Augenseite her erfolgen. Zur Berechnung der aktuellen Brechkraft muss dabei die in mindestens einem Schnittbild erscheinende Gestalt der Linse zusammen mit der aktuellen  
5 Augennachse verwendet werden.

Eine Ultraschallmessung hat gegenüber den Messungen mit Licht den Vorteil, dass das Innere des Auges und somit auch die Linse nicht nur im wesentlichen entlang der optischen Achse, also in einer Richtung in welcher das Auge licht-  
10 durchlässig ist, analysiert werden kann. Dafür sind die Messgenauigkeiten kleiner und die nötigen Umrechnungen aufwendiger.

Bei der bevorzugten optischen Messung der Brechzahl des Auges ist es wichtig, eine geeignete Einstellung des Refraktometers zum zu untersuchenden Auge  
15 herzustellen und den Abstand zwischen beiden genau zu justieren. Zudem ist es wesentlich, die nachteiligen Auswirkungen des Augenzwinkerns auf die Messung auszuschliessen. Aus der Patentanmeldung DE 29 37 891 ist ein Refraktometer bekannt, das in einem ersten Schritt optimal auf das, auf ein Fixationsobjekt gerichtete, zu untersuchende Auge eingestellt wird. In einem  
20 weiteren Schritt wird eine verstellbare Testbildstruktur, vorzugsweise definiert ausgerichtete Lichtstrahlen, durch die Linse auf die Netzhaut abgebildet. Das reflektierte, aus dem Auge austretende Licht des Bildes auf der Netzhaut und dessen Änderung beim Verstellen des Testbildes wird analysiert, um die mittlere Dioptrie (sphärisch), den Astigmatismus (zylindrisch) und die  
25 Astigmatismusachse (Zylinderachse) zu bestimmen.

Bei einem bewegbaren Auge, dessen optische Achse aufgrund einer Messung bekannt ist, muss ein Infrarot-Testbild jeweils entlang der aktuellen Augennachse auf die Netzhaut abgebildet werden können. Dazu wird beispielsweise von  
30 einem Leuchtdiodenarray, oder einer von hinten durchleuchteten Flüssigkristall-Bildfläche ein Testbild erzeugt, das von einem optischen System umgelenkt, gegebenenfalls fokussiert und durch die Pupille ins Auge geführt wird. Die Abbildung auf der Netzhaut wird wiederum mittels Umlenkung und etwa Fokussierung einer Bildaufnahmevorrichtung, bzw. Infrarotsensoren, zugeführt.  
35 Indem die Testbilder von verschiedenen Bereichen des Arrays, bzw. der

- Bildfläche ausgehen, kann mit einer geeigneten Optik erreicht werden, dass die Bilder entlang der jeweils aktuellen optischen Achse gegebenenfalls im wesentlichen fokussiert auf das Auge geführt werden können. Mittels Variationen der Testbilder kann das Abbildungsverhalten der Augenoptik
- 5 bestimmt werden. Es versteht sich von selbst, dass die im freien Gesichtsfeld des Auges angeordneten optischen Elemente, insbesondere die Umlenkelemente, bzw. dichroitische Spiegel, deren Aufbau z.B. aus der japanischen Patentanmeldung JP 88865/1978 bekannt ist, für Licht im sichtbaren Bereich ungehindert passierbar sein sollen. Zur Strahlumlenkung
- 10 sind nebst flacher Spiegel auch gekrümmte Spiegel verwendbar. Mittels zweier viertelkugelförmiger konkaver, je von zwei entgegengesetzten Seiten beleuchtbarer, Spiegel wäre das Auge im wesentlichen aus jeder möglichen Augenachsenrichtung beleuchtbar.
- 15 Bei dem oben beschriebenen Messsystem mit einer Sender- und einer Empfänger matrix kann anstelle des Übertragens von Testbildern auch ein sequentielles Senden und paralleles Empfangen vorgesehen werden. Dabei wird etwa zumindest ein Teil der Leuchtdioden des Diodenarrays hintereinander ein- und ausgeschaltet und die rückgestreuten Bilder werden vorzugsweise
- 20 zusammen mit der ebenfalls bestimmten Achsenlage zur Bestimmung mindestens eines Akkommodationsparameters verwendet. Mit einem System mit einer Sender- und einer Empfänger matrix kann insbesondere auch die Pupillenlage und somit die Achsenlage bestimmt werden.
- 25 Anstelle eines Leuchtdiodenarrays kann gegebenenfalls auch mindestens ein richtungs- und insbesondere auch lageverstellbarer Infrarot-Diodenlaser eingesetzt werden. Der Laserstrahl müsste durch ein optisches System und über ein dichroitisches Einblende element im wesentlichen entlang der aktuellen Augenachse zur Abbildung auf die Netzhaut ausrichtbar sein. Das aus dem
- 30 Gesichtsfeld ausgelenkte und gegebenenfalls durch eine verstellbare Optik geführte Rückstreubild der Netzhaut müsste mindestens einem Infrarotsensor, gegebenenfalls aber einem Sensorarray zuführbar sein.

- Durch das kontinuierliche Bestimmen der optischen Augenachsen, der
- 35 Pupillenweite und der Akkommodation während eines Sehvorganges wird das

- parallele Erfassen von Bilddaten mittels Kameras und anhand dieses Bildmaterials eine dynamische Sehanalyse ermöglicht. Akkommodationsfehler können durch den Vergleich der Lage des Fixierpunktes mit der gemessenen Dioptrie, bzw. Akkommodations-Distanz erkannt werden. Bei der Vorgabe von
- 5 dreidimensional bewegten Fixierpunkten kann kontrolliert werden, wie die Augen diesen Punkten folgen. Dynamische Sehanalysen können auch beim Lesen von Text oder Musiknoten, insbesondere auch beim Überwachen von Instrumenten-Anzeigen Augenführungsfehler aufzeigen. Nebst Kontroll-, Leit- und Diagnoseaufgaben sind auch therapeutische Anwendungen möglich. Übungen
- 10 im Grenzbereich des Auftretens erkannter Sehfehler, insbesondere etwa Akkommodationsgrenzen oder Probleme beim exakten Einstellen beider Augen auf einen einzigen Punkt (Fusionsprobleme), können unter interaktiver Kontrolle das Sehverhalten verbessern. Im Musikunterricht kann sowohl gutes wie schlechtes Notenleseverhalten aufgezeichnet und anhand der Aufzeichnungen
- 15 analysiert werden. Die Optimierung des Sehverhaltens kann auch in Sportarten, wie etwa Tennis, Schiessen und bei Spielen mit Torhütern von Bedeutung sein. Personen in einem Kontrollzentrum können so über Funk einem Anwender unmittelbare Anweisungen geben, z.B. bestimmte Gegenstände zu fixieren.
- 20 Ein weiteres Anwendungsgebiet des erfindungsgemässen Erfassens mit einem bildaufnehmenden Kontrollsystem ist das blickgesteuerte Ansteuern von Menuefeldern auf einem Bildschirm. Diese Möglichkeit ist insbesondere bei Operationen, bei denen die operierende Person die Operation am Bildschirm verfolgt, vorteilhaft. Die Menuefelder werden vorzugsweise durch Symbole
- 25 gekennzeichnet, die zu Erkennungszwecken in einem Bildverarbeitungssystem gespeichert sind. Die Bildausschnitte des Kontrollsystems im Bereich des Fixierpunktes sind mittels Bildverarbeitung mit den gespeicherten Symbolen vergleichbar. Dazu ist sowohl die Bildschirminformation als auch die Bildinformation des Kontrollsystems der Bildverarbeitung zugänglich. Wenn nun
- 30 die kontrollierten Anwenderaugen ein Menuefeld, bzw. das dazugehörigen Symbol über eine vorgegebene Zeit fixieren, oder über ein Schaltorgan, das etwa mechanisch oder akustisch betätigbar ist, den Erkennungsvorgang auslösen, wird das betrachtete Symbol wenn möglich einem entsprechenden gespeicherten Symbol zugeordnet. Bei einer erfolgreichen Zuordnung werden

gegebenenfalls weitere Menuefelder auf dem Bildschirm dargestellt, oder aber ein Befehl wird, gegebenenfalls nach einer Bestätigung ausgeführt.

- Das blickgesteuerte Ansteuern von Menuefeldern durch ein Okular ist
- 5 beispielsweise aus dem Bereich von Videokameras bekannt. Dort muss lediglich eine Augenachse bestimmt werden, um den betrachteten Bildbereich erkennen, bzw. zuordnen zu können. Bei frei beweglichem Kopf und Augen, müsste die Nullpunktslage und die Orientierung des kopffesten Koordinatensystems, sowie in Koordinaten desselben die Augenachse, bzw. Fixierlinie bekannt sein, um
- 10 eine Fixierlinie richtig im dreidimensionalen Raum anordnen und gegebenenfalls mit der Bildelebene schneiden zu können. Nebst der Bestimmung der Augenachsen müssten die Bewegungen des Kopfes telemetrisch überwacht werden. Um eine Fixierlinie im dreidimensionalen Raum anzuordnen ist der Aufwand gross und zudem besteht zumindest bei kleinen Menuefeldern die
- 15 Gefahr, dass nicht das richtige Feld bestimmt wird. Das Vergleichen von betrachteten Symbolen mit vorgegebenen Symbolen dürfte somit in den meisten Fällen einfacher und effizienter sein.

- Eine weitere Anwendung, die im wesentlichen ähnlich ist zum oben
- 20 beschriebenen blickgesteuerte Ansteuern von Menuefeldern, ist das Erkennen von kontrollierten Instrumenten-Anzeigen. Beim Überwachen von Instrumenten ist es wichtig, dass einzelne Anzeigen in vorgegebenen Zeitintervallen mindestens einmal von der kontrollierenden Person abgelesen werden. Das Bildmaterial des Kontrollsystems muss diese Anzeigen somit in den
- 25 vorgegebenen Zeitintervallen mindestens einmal im Fixierbereich darstellen. Dies kann mittels Bildverarbeitung kontrolliert werden.

- Ein weiteres Anwendungsgebiet des erfindungsgemässen Erfassens mit einem bildaufnehmenden Kontrollsystem ist die vom Blick gesteuerte Cursor-Führung
- 30 auf einem betrachteten Bildschirm. Anstatt, wie oben beschrieben, Bildausschnitte des Kontrollsystems im Bereich des Fixierpunktes mittels Bildverarbeitung gespeicherten Symbolen zuzuordnen, können auf dem betrachteten Bildschirm Koordinatenmarken vorgesehen werden, die mittels Bildverarbeitung im erfassten Bild bestimmbar sind. Die Lage des Fixierpunktes,
- 35 bzw. Bildzentrums, des von den entsprechend der Augenausrichtung ausge-

richteten Kameras aufgenommenen Bildes des Bildschirmes, kann dann in Bildschirmkoordinaten umgerechnet werden. Die Bildschirmkoordinaten des Fixierpunktes der Augen und somit der Kameras werden an den Bildschirm, bzw. seine Steuerung übertragen, so dass der Fixierpunkt gemäss seiner  
5 Koordinaten auf dem betrachteten Bildschirm in der Form eines Cursors dargestellt werden kann.

Die blickgesteuerte Cursor-Führung auf einem betrachteten Bildschirm hat sehr viele Verwendungsmöglichkeiten. Bei Operationen, bei denen die operierende  
10 Person die Operation am Bildschirm verfolgt, kann der Blickcursor der operierenden Person für die assistierenden Personen eine Orientierungshilfe sein, die das Verstehen des Operationsvorganges, bzw. Erklärungen dazu und das Ausführen von Anweisungen erleichtert. Mit dem blickgesteuerten Cursor können Menuefelder angesteuert, Zoombereiche lokalisiert, oder sogar  
15 Bewegungen des das Bild erzeugenden Aufnahmesystems und gegebenenfalls von Operations-Hilfsgeräten gesteuert werden.

Es versteht sich von selbst, dass die blickgesteuerte Cursor-Führung grundsätzlich alle bekannten Cursor-Führungen, also auch die verbreitete Maus-  
20 Führung ersetzen kann. Diese Ersatzmöglichkeit ist besonders vorteilhaft für körperlich stark behinderte Personen. Selbst wenn nur die Augen bewegt werden können, ist mit der blickgesteuerten Cursor-Führung eine vielseitige und effiziente Computerbenützung möglich.

Beim Auge ist das Bildauflösungsvermögen beim auf die Fovea centralis abgebildeten Bildbereich maximal. Von diesem Bereich aus nimmt die  
25 Auflösung in alle Richtungen stark ab. Im Bereich des blinden Flecks ist sie sogar verschwindend klein. Das von einer Kamera erfasste Bild hat normalerweise über den ganzen Bildbereich im wesentlichen die gleiche  
30 Auflösung. Um nun die vom Beobachter erhaltene Bildinformation zu erzeugen, kann die Bildinformation des Kontrollsystems mittels Bildverarbeitung unter Berücksichtigung des realen Bildauflösungsvermögens des Auges vom zentralen Bildbereich nach aussen reduziert werden. Gegebenenfalls wird auch bereits der Kamera des Kontrollsystems eine das gewünschte  
35 Auflösungsvermögen erzeugende Weichzeichnerlinse vorgeschaltet. Wird die

Auflösungsreduktion mittels Bildverarbeitung erst bei der Analyse des aufgezeichneten Bildmaterials des Kontrollsystems durchgeführt, so besteht die Möglichkeit, die optimale Beobachtung mit einer realen zu vergleichen, insbesondere zu bestimmen, welche Informationen beim Auge untergehen.

5

Derartige Vergleiche dürften beim Beurteilen chirurgischer Haftpflichtfälle von Bedeutung sein, da Fahrlässigkeit meist nur dann vorliegt, wenn etwa vor einem Fehlschnitt, dessen Gefährlichkeit erkennbar war, oder wenn ein Fehler von der operierenden Person gesehen wurde, ohne darauf zu reagieren. Ein anderes

10 erfindungsgemässes bildaufzeichnendes Überwachungssystem, das Bilder aus einer von der operierenden Person abweichenden Perspektive und ohne die Einschränkungen des menschlichen Auges aufzeichnet, macht gegebenenfalls Bildinformationen zugänglich, die für die operierende Person nicht zugänglich waren.

15

Es versteht sich von selbst, dass nebst dem Verändern der Bildauflösung auch andere bildverändernde Bearbeitungsschritte, wie etwa das Verstärken von Konturlinien oder das Einfügen von Masken, vorgesehen werden können. Dabei kann zur Bildaufbereitung auch Bildmaterial von anderen bildgebenden

20 Verfahren verwendet werden. Bei starken kurzzeitigen Augenbewegungen müssen gegebenenfalls für die Kamerabewegungen Dämpfungsverfahren und für die aufgezeichneten Bilder Filterverfahren vorgesehen werden.

Analog zur Verarbeitung des von der Retina aufgenommenen Bildes im Gehirn

25 muss das Bildmaterial gegebenenfalls bearbeitet werden. Kontraste sollen verstärkt, Unschärfen ausgeglichen, periphere Informationen gefiltert und Bewegungen des Kopfes und der Aussenwelt ausgeglichen werden, so dass ein ruhigstehendes Bild entsteht. Nebst dem Bildmaterial werden gegebenenfalls auch die gemessenen Parameter gefiltert und/oder bearbeitet, so dass eine

30 optimale Steuerung des Kontrollsystems und somit eine optimale Bildaufnahme möglich wird.

Ebenfalls durch bildverändernde Bearbeitungsschritte kann beispielsweise ein Verständnis für ein anderes Sehverhalten, bzw. Sehvermögen erzielt werden.

35 Das Bildmaterial des Kontrollsystems wird dazu mittels Bildverarbeitung dem an-

deren Sehen, beispielsweise dem Sehen bei Netzhautablösung oder etwa dem Sehen von Tieren, deren Augen andere Charakteristiken haben, angepasst.

5 Nebst dem Messen von Augenparametern und der Bildaufnahme mittels eines  
Kontrollsystems kann gegebenenfalls auch vorgesehen werden, dass  
mindestens einem Auge über ein teildurchlässiges optisches Umlenkelement  
Bilder zugeführt werden können. Die einblendbaren Bilder können dabei etwa  
aus dem Kontrollsystem stammen und den gegebenenfalls wegen eines  
Fehlverhaltens schlecht sehenden Augen aufzeigen, welches Bild bei optimalem  
10 Sehverhalten zu sehen wäre. Entsprechend kann auch umgekehrt einer  
normalsichtigen Person das Bildmaterial, das einer fehlsichtigen Person  
zugänglich ist, eingeblendet werden.

Bei chirurgischen Eingriffen ist es zuweilen zweckmässig, wenn der  
15 operierenden Person Bilder von anderen bildgebenden Verfahren, wie etwa  
Röntgenbilder, Ultraschallbilder, Computertomogramme und  
Kernspinresonanzbilder, insbesondere dem einsehbaren Operationsbereich  
überlagert, zuführbar sind. Dabei wird gegebenenfalls vom Auge aus gesehen  
hinter dem die Bilder zuführenden Umlenkelement ein elektronisch schaltbares  
20 Schliesselement vorgesehen, das z.B. aufgrund von Flüssigkristalländerungen  
von einem transmissiven in einen reflektiven Zustand übergeht. Dadurch ist es  
möglich, die zugeführten Bilder dem aktuellen Hintergrund überlagert, oder ohne  
Hintergrund zu betrachten.

25 Das Kontrollsystem umfasst gegebenenfalls eine Zoomoptik, so dass bei Bedarf  
ein gezoomter Ausschnitt im Bereich des von den Augen fixierten Punktes  
erfasst wird. Durch das zeitweise Einblenden des Zoombildes kann  
beispielsweise eine operierende Person in heiklen Operationsphasen von der  
direkten Beobachtung auf eine Beobachtung eines vergrösserten Teilbereiches  
30 umstellen (vergleichbar der bekannten Mikroskopbrille). Die Ausrichtung der  
Augen wird während dem Betrachten des Zoombildes vorzugsweise nicht mehr  
zum Bewegen der optischen Achsen der Kameras des Kontrollsystems  
verwendet, sondern etwa wie bei Operationsmikroskopen gemäss der  
Patentanmeldung CH 3217/94-9 zum menuegesteuerten Verstellen von  
35 Parametern des Kontrollsystems benützt. Gegebenenfalls werden

Schwankungen der Distanz zwischen den Kameras und dem beobachteten Bereich automatisch mittels Autofokus und insbesondere durch kleine Ausrichtungsänderungen der Kameras kompensiert.

5    Nebst dem Erfassen und gegebenenfalls Einblenden eines Zoombildes kann das Kontrollsystem auch Bilder in einem vom sichtbaren Bereich abweichenden Wellenlängenbereich, insbesondere im Infrarotbereich, Bilder mit einem vergrösserten Gesichtsfeld und/oder mit einer veränderten Stereobasis erfassen und gegebenenfalls den Augen zuführen.

10    Beim ersten bildaufnehmenden System handelt es sich vorzugsweise um mindestens ein Auge, insbesondere um ein menschliches Auge oder tierisches Auge. Grundsätzlich können aber allelichtsensiblen Sensorsysteme, gegebenenfalls sogar Einzelsensoren, Systeme mit mehreren Sensoren, vorzugsweise aber Sensorarrays und Bildaufnahmevorrichtungen mit einem  
15    bildaufnehmenden Kontrollsystem kontrolliert werden. Vorzugsweise wird zumindest eine Richtungsachse des Sensorsystems erfasst und die mindestens eine Kamera wird in Abhängigkeit von dieser Richtung ausgerichtet. Der Einsatz eines bildaufnehmenden Kontrollsystems zur Kontrolle eines lichtsensiblen  
20    ersten Systems ermöglicht die Kontrolle des situationsabhängigen Verhaltens des ersten Systems.

Es versteht sich von selbst, dass die Bildinformation des Kontrollsystems und gegebenenfalls die am ersten bildaufnehmenden System gemessenen  
25    Parameter aufgezeichnet werden können.

Analog zu den Verfahrensansprüchen sind weitere Vorrichtungsansprüche denkbar, die gegenständliche Merkmale aufweisen mit denen die entsprechenden Verfahrensschritte durchgeführt werden können.  
30

Die Zeichnungen erläutern die Erfindung an Hand schematisch dargestellter Ausführungsformen, auf welche die Erfindung aber nicht eingeschränkt ist.

- Fig.1 Frontansicht eines Kopfes mit zwei seitlich der Augen angeordneten Videokameras und zwei über den Augen angeordneten Sensoren zur Bestimmung der Augenachsen
- Fig.2 Seitenansicht eines Kopfes mit Videokamera, Augenachsensensor und Umlenkspiegel
- Fig.3 Seitenansicht eines Kopfes mit Videokamera, Augenachsensensor, Umlenkspiegel, Bildeinblendevorrichtung und schaltbarem Schliesselement
- Fig.4 Ansicht eines Systems mit einer von Hand ausrichtbaren ersten Kamera, einer Kontrollkamera und einer Mess-, Steuer- und Bildaufnahmevorrichtung

Fig.1 zeigt einen Kopf 1 mit zwei seitlich der Augen 2 angeordneten Videokameras 3 und zwei über den Augen 2 angeordneten Messvorrichtungen, die etwa Augen-Ausrichtungs-Sensoren 4 umfassen, aus deren Messung bzw. Bildaufnahme die Lage des Pupillenzentrums ableitbar ist. Um die Augenbilder den Ausrichtungs-Sensoren 4 und gegebenenfalls Licht, insbesondere Infrarot, von den Ausrichtungs-Sensoren 4 den Augen 2 zuzuführen, sind vor beiden Augen erste teildurchlässige Umlenkelemente 5 bzw. Spiegel, vorzugsweise dichroitische Spiegel vorgesehen. Gegebenenfalls umfasst die Messvorrichtung auch eine Sensoranordnung und eine Auswertungseinheit zur Bestimmung der Brechkraft jedes Auges. Die Sensoren 4, die teildurchlässigen Spiegel 5 und die Kameras 3 sind an einer Halterung 6 befestigt, die auf den Kopf 1 aufsetzbar ist.

Als Lagerungsvorrichtungen für die Kameras 3 sind vorzugsweise kardanische Lager 7 mit zueinander im wesentlichen normal stehenden ersten und zweiten Bewegungsachsen 7a und 7b vorgesehen. Um die Kameras 3 entsprechend der gemessenen Augenausrichtungs-Parameter in gewünschte Richtungen relativ zu einem mit dem Kopf, bzw. der Halterung 6 verbundenen Koordinatensystem auszurichten, ist vorzugsweise jeder Kamera ein zweidimensionales Stellsystem 8 zugeordnet. Die Stellsysteme 8 betätigen etwa einen nach hinten stehenden Kamerafortsatz mittels zweier - eines ersten und eines zweiten - z.B. entlang der Achsen 7a und 7b wirkender, Linearantriebe 8a und 8b. Dabei ist der erste Antrieb 8a mit der Halterung 6 verbunden und bewegt eine erste Stange 9, an

deren Endbereich der zweite Antrieb 8b befestigt ist. Der zweite Antrieb 8b ist über eine zweite Stange 10 mit dem Kamerafortsatz verbunden.

Fig.2 zeigt den Kopf 1 mit der Halterung 6 von der Seite, so dass auch der Kamerafortsatz 11 erkennbar ist. Aus der Seitenansicht geht auch die Halterung und Ausrichtung der teildurchlässigen Spiegel 5 gut hervor. Die von den Sensoren 4, den Stellsystemen 8 und den Kameras 3 ausgehenden Leitungen sind vorzugsweise mit einer Mess-, Steuer- und Bildaufzeichnungsvorrichtung verbunden. Diese Steuervorrichtung gewährleistet die der Augenausrichtung entsprechende Ausrichtung und/oder die der gemessenen Augenbrechkraft entsprechende Fokussierung der Kameras 3. Zudem bearbeitet und/oder speichert die Steuervorrichtung die von den Sensoren 4 und den Kameras 3 gelieferten Signale.

Fig.3 zeigt eine Ausführungsform bei der nebst dem Messen von Augenparametern und der Bildaufnahme mittels der entsprechend der gemessenen Parameter eingestellten Kameras 3 gegebenenfalls auch vorgesehen ist, dass mindestens einem Auge über ein teildurchlässiges zweites optisches Umlenkelement 12 Bilder von einer mit der Halterung 6 verbundenen Bildquelle 13 zugeführt werden können. Um die Bilder sowohl dem Hintergrund überlagert, als auch ausschliesslich dem Auge zuführbar zu machen, wird gegebenenfalls vom Auge 2 aus gesehen hinter dem die Bilder zuführenden Umlenkelement 12 ein von einer elektronischen Einheit 14 schaltbares Schliesselement 15 vorgesehen, das z.B. aufgrund von Flüssigkristalländerungen von einem transmissiven in einen reflektiven Zustand übergeht. Die Steuerung der Bildquelle 13 und der Einheit 14 erfolgt durch die Steuervorrichtung.

Fig.4 zeigt eine Ausführungsform, bei der das erste die Bildinformationen aufnehmende Sensorsystem und auch das Kontrollsystem je mindestens eine Videokamera umfasst. Anstatt die von einem Auge erfassten Bilder erfassbar zu machen, soll das Kontrollsystem parallel zu einer ersten Videokamera Bilder erfassen. Eine erste Videokamera 16 wird dabei etwa über einen Führungsgriff 17 manuell bewegt. Zur Bestimmung der Ausrichtung der ersten Kamera 16 ist dieser eine Richtungsbestimmungseinheit 18 zugeordnet. Die jeweilige

Einstellung der Optik der ersten Kamera wird gegebenenfalls entweder direkt durch von der Kamera 16 abgegebene Signale der Optikstelleinrichtung, oder durch eine an der Kamera 16 befestigte Messvorrichtung 19 bestimmbar gemacht.

5

Die erfassten Parameter der ersten Kamera 16 werden einer Steuervorrichtung 20 zugeführt, die entsprechend der gemessenen Parameter eine zweite Kamera 21, bzw. deren Ausrichtung und/oder die Einstellung ihrer Optik steuert. Die Ausrichtung erfolgt dabei etwa durch eine Ausrichtungsvorrichtung 22 auf der  
10 die zweite Kamera 21 befestigt ist. Gegebenenfalls sind die Halterungen 18 und 22 der beiden Kameras 16 und 21 über eine Haltevorrichtung 23 miteinander verbunden.

Darüber hinaus liegen im Rahmen der Erfindung aber auch Anwendungen, bei  
15 denen das Kontrollsystem absichtlich andere Parameter als das Sensorsystem aufweist, z.B. könnte das Sensorsystem (z.B. Videokamera eines Roboters) im Telezoombereich arbeiten, während das Kontrollsystem im Weitwinkelbereich eine Übersichtsfunktion ausübt. So kann es weiters von Vorteil sein, dass das  
Kontrollsystem in einem bestimmten Lichtwellenbereich parallel zum  
20 Sensorsystem arbeitet, wobei dieses in einem anderen Lichtwellenlängenbereich arbeitet.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Erfassen von Bildinformationen einer Informationsaufnahme eines optische Informationen aufnehmenden Sensorsystems (z.B. eines Auges oder einer Videokamera o.dgl.),  
dadurch gekennzeichnet, dass parallel zum Sensorsystem (2,16) ein bildaufnehmendes Kontrollsystem (3,21) (z.B. eine Videokamera o.dgl..) vorgesehen ist, dessen Informationsaufnahme mit der Informationsaufnahme des Sensorsystems (2,16) so wenigstens annähernd zur Deckung gebracht wird, dass wenigstens ein optischer Parameter des Sensorsystems (2,16) - vorzugsweise laufend oder intermittierend - erfasst wird und der entsprechende optische Parameter des Kontrollsystems (3,21) in Abhängigkeit davon angepasst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich beim Sensorsystem (2, 16) um ein erstes bildaufnehmendes System mit mindestens einer Optik und einer Bildaufnahmefläche handelt, wobei durch die mindestens eine Optik mindestens eine optische Achse definiert wird, deren Ausrichtung als erster Parameter erfassbar ist und zur Steuerung der Ausrichtung einer optischen Achse des Kontrollsystems (3,21) verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste bildaufnehmende System das menschliche oder tierische Sehsystem mit zwei Augen (2) ist, die Ausrichtungen der Augen (2) mittels Sensoren (4) bestimmt werden und die bestimmten Richtungen zum Ausrichten mindestens einer, vorzugsweise aber zweier Kameras (3), insbesondere Videokameras, des mit dem Kopf verbundenen Kontrollsystems verwendet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der folgenden Verfahrensschritte vorgesehen ist,
  - a) bei der Bestimmung der Ausrichtung eines Auges (2) wird ein Bild des Auges (2) vorzugsweise im sichtbaren Lichtbereich, oder gegebenenfalls im Infrarotbereich, über ein vor dem Auge (2)

- angeordnetes, vorzugsweise zumindest für sichtbares Licht teildurchlässiges erstes Umlenkelement (5) aus dem zentralen Bereich des Gesichtsfeldes ausgekoppelt und einer Augenbildaufnahmevorrichtung (4), vorzugsweise einem CCD
- 5 zugeführt, wobei zum Bestimmen der optischen Achse aus dem Bild die Pupillenlage und insbesondere das Zentrum der Pupille bestimmt wird,
- b) um die Lage der Augen (2), bzw. die Lage der Pupillenzentren bei gerade nach vorne gerichteten Augen (2), insbesondere den
- 10 Augenabstand und/oder die Lage der Augendrehzentren zu bestimmen, wird ein Justierschritt durchgeführt, bei dem die Augen vorzugsweise auf mit dem Kopf verbundene Markierpunkte ausgerichtet werden,
- c) um der Augenausrichtung eine Achse zuzuordnen, wird die optische
- 15 Augenachse durch das Augendrehzentrum und durch das aktuelle Pupillenzentrum gelegt,
- d) die Gesichtslinie, bzw. Fixierlinie jedes Auges (2) wird mittels einer Winkelkorrektur aus der Augenausrichtung bestimmt, wobei für die Winkelkorrektur gegebenenfalls eine Standardkorrektur, insbesondere
- 20 aber eine Korrektur die durch eine Winkelbestimmung beim Fixieren mindestens eines vorgegebenen Fixpunktes bestimmbar ist, verwendet wird,
- e) aus dem Augenabstand und den Ausrichtungen der Augen (2) wird ein Fixierpunkt bestimmt, auf den die mindestens eine Kamera (3),
- 25 vorzugsweise aber beide Kameras (3), ausgerichtet wird, bzw. werden,
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brechkraft mindestens eines Auges (2) mittels
- 30 Augenrefraktometrie bestimmt wird, wobei im wesentlichen die sphärische Dioptrie und gegebenenfalls der Astigmatismus und die Astigmatismusachse bestimmt werden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung des Fokus mindestens einer
- 35

Kamera (3) des Kontrollsystems mindestens einer der folgenden Verfahrensschritte vorgesehen ist,

- a) der Fokus wird auf die Distanz zwischen der Kamera (3) und dem von den Augen (2) fixierten Fixierpunkt eingestellt,
  - 5      b) der Fokus wird von der auf den Fixierpunkt ausgerichteten Kamera (3) automatisch eingestellt,
  - c) der Fokus wird entsprechend der an mindestens einem Auge (2) gemessenen Brechkraft eingestellt.
- 10      7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildinformation des Kontrollsystems und gegebenenfalls die am ersten bildaufnehmenden System gemessenen Parameter aufgezeichnet werden.
- 15      8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einem Auge (2) über ein teildurchlässiges zweites optisches Umlenkelement (12) Bilder zugeführt werden, wobei es sich bei diesen Bildern etwa um Bilder aus dem Kontrollsystem oder um Bilder von anderen bildgebenden Verfahren (z.B. Ultraschallröntgen-, CT-, PET- und
- 20      vergleichbare Analyseverfahren) handelt.
- 25      9. Bildaufnahmeverrichtung zur Erfassung einer Informationsaufnahme eines ersten Sensorsystems (2,16) (z.B. eines Auges, einer Videokamera o.dgl.) insbesondere nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zum Sensorsystem (2,16) ein
- 30      Kontrollsystem (3,21) mit mindestens einer Videokamera (3,21) o.dgl. vorgesehen ist, deren optische Parameter den optischen Parametern des Sensorsystems (2,16) wenigstens annähernd angepasst sind, wobei das Kontrollsystem eine Nachführvorrichtung (8,22) umfasst, die im Betriebszustand Bewegungen oder Änderungen wenigstens eines optischen Parameters des Sensorsystems (2,16) erfasst und im Betriebszustand Einstellungen mindestens eines Parameters des Kontrollsystems kongruent nachführt.

10. Bildaufnahmeverrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** mindestens eine Messvorrichtung (4) vorgesehen ist, die einen  
Parameter eineslichtsensiblen Sensorsystems (2,16) bestimmbar macht  
und mindestens ein Steuerparameter des bildaufnehmenden Kon-  
trollsystems (3,21) abhängig vom gemessenen Parameter einstellbar ist.
11. Bildaufnahmeverrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Messvorrichtung (4)  
a) mindestens eine optische Achse des Sensorsystems (2,16),  
insbesondere die Ausrichtung mindestens eines Auges (2), und/oder  
b) mindestens eine Fokuseinstellung einer Optik des Sensorsystems  
(2,16), insbesondere die Brechkraft mindestens eines Auges (2)  
bestimmbar macht.
12. Bildaufnahmeverrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch**  
**gekennzeichnet, dass** die Nachführvorrichtung (8,22)  
a) mindestens eine optische Achse des Kontrollsystems (3,21),  
insbesondere die Ausrichtung mindestens einer Videokamera (3,21),  
und/oder  
b) mindestens eine Fokuseinstellung einer Optik des Kontrollsystems  
(3,21), insbesondere den Fokus einer Videokamera  
einstellbar macht.

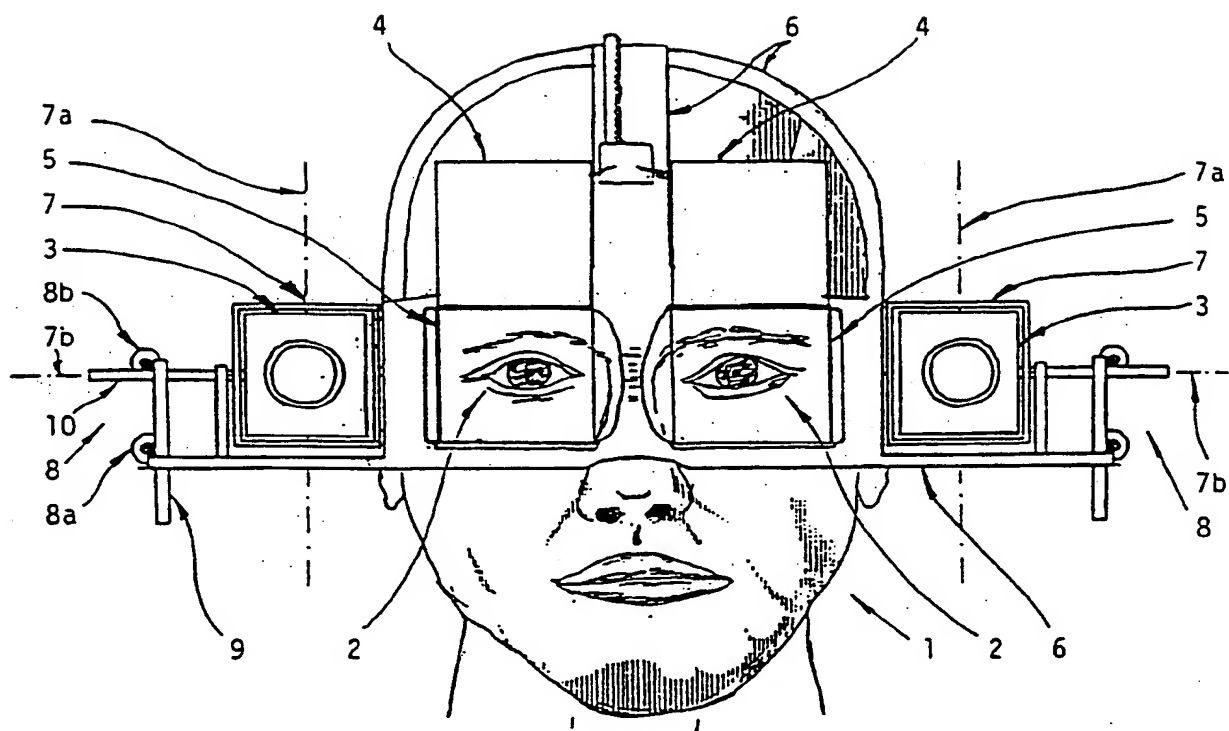


FIG. 1

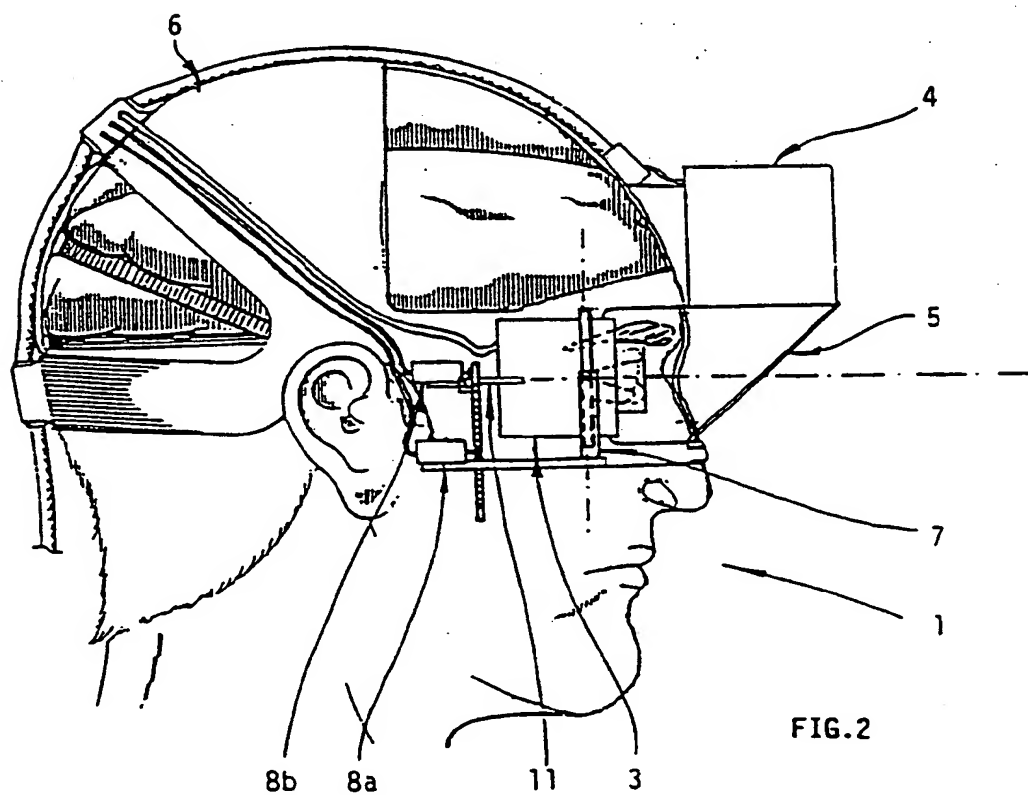
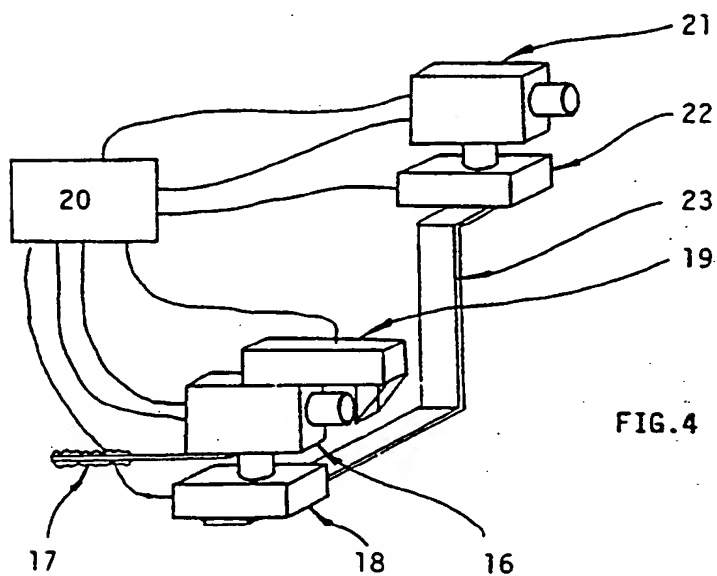
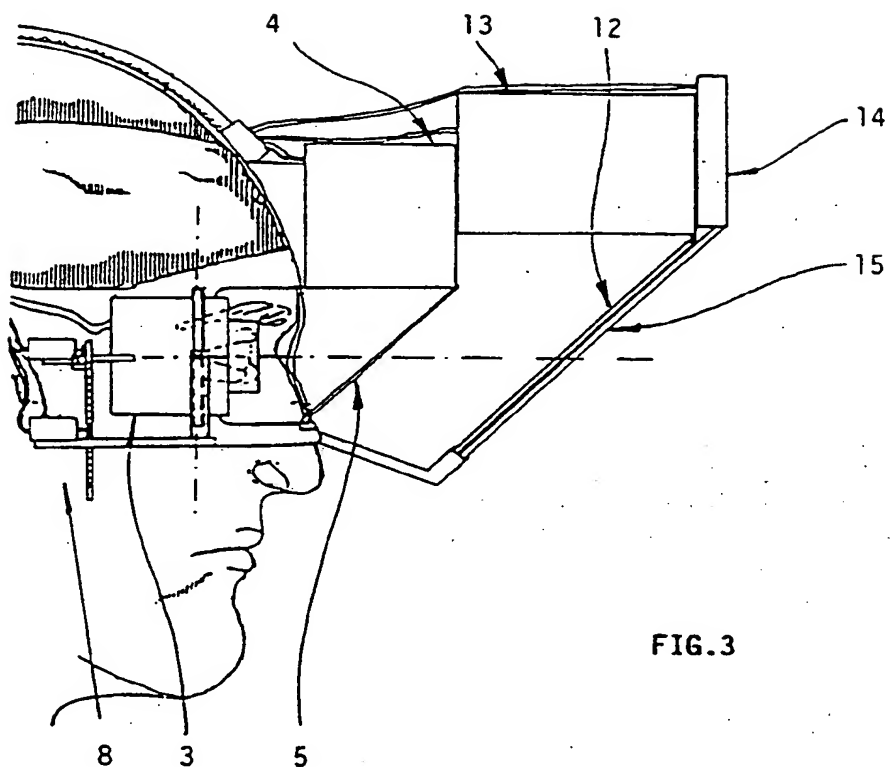


FIG. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 96/02046

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 A61B3/113 H04N5/232 G02B27/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 A61B G03B H04N G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,5 341 181 (GODARD) 23 August 1994 see column 3, line 19 - column 6, line 28 see figures	1
A	---	2,3,9-12
A	US,A,4 582 403 (WEINBLATT) 15 April 1986 see column 3, line 35 - column 6, line 5 see figures	1,4
A	---	1,2,10
	WO,A,94 17636 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH, INC.) 4 August 1994 see page 4, line 8 - page 5, line 32 see figure 5	
	---	
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 October 1996

Date of mailing of the international search report

1 1. 10. 96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Chen, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 96/02046

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,A,43 37 098 (CANON K. K.) 5 May 1994 cited in the application see column 5, line 47 - column 8, line 10 see column 13, line 56 - column 14, line 16 see figure 1 ---	1,4,6,7
A	DE,A,29 37 891 (CANON K. K.) 24 April 1980 cited in the application see page 8, line 1 - page 13, line 27 see figure 1 ---	5
A	US,A,3 170 979 (BALDWIN ET AL.) 23 February 1965 see column 2, line 31 - column 3, line 6 see figures 1,2 ---	8
P,A	EP,A,0 665 686 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 2 August 1995 see column 2, line 47 - column 5, line 42 see figures -----	8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 96/02046

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5341181	23-08-94	NONE	
US-A-4582403	15-04-86	NONE	
WO-A-9417636	04-08-94	CA-A- 2148231 US-A- 5434617	04-08-94 18-07-95
DE-A-4337098	05-05-94	JP-A- 6148513 GB-A- 2272124	27-05-94 04-05-94
DE-A-2937891	24-04-80	JP-C- 1492129 JP-A- 55042624 JP-B- 61053052 US-A- 4372655	20-04-89 26-03-80 15-11-86 08-02-83
US-A-3170979	23-02-65	NONE	
EP-A-665686	02-08-95	US-A- 5491510 CN-A- 1115152 JP-A- 8032960	13-02-96 17-01-96 02-02-96

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 96/02046

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 A61B3/113 H04N5/232 G02B27/01

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 A61B G03B H04N G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US,A,5 341 181 (GODARD) 23.August 1994 siehe Spalte 3, Zeile 19 - Spalte 6, Zeile 28 siehe Abbildungen	1
A	---	2,3,9-12
A	US,A,4 582 403 (WEINBLATT) 15.April 1986 siehe Spalte 3, Zeile 35 - Spalte 6, Zeile 5 siehe Abbildungen	1,4
A	---	1,2,10
	WO,A,94 17636 (BELL COMMUNICATIONS RESEARCH, INC.) 4.August 1994 siehe Seite 4, Zeile 8 - Seite 5, Zeile 32 siehe Abbildung 5 ---	
	---	
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Oktober 1996

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

11. 10. 96

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chen, A

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 96/02046

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE,A,43 37 098 (CANON K. K.) 5.Mai 1994 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 5, Zeile 47 - Spalte 8, Zeile 10 siehe Spalte 13, Zeile 56 - Spalte 14, Zeile 16 siehe Abbildung 1 ---	1,4,6,7
A	DE,A,29 37 891 (CANON K. K.) 24.April 1980 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 8, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 27 siehe Abbildung 1 ---	5
A	US,A,3 170 979 (BALDWIN ET AL.) 23.Februar 1965 siehe Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 3, Zeile 6 siehe Abbildungen 1,2 ---	8
P,A	EP,A,0 665 686 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 2.August 1995 siehe Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 42 siehe Abbildungen -----	8

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/02046

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-5341181	23-08-94	KEINE	
US-A-4582403	15-04-86	KEINE	
WO-A-9417636	04-08-94	CA-A- 2148231 US-A- 5434617	04-08-94 18-07-95
DE-A-4337098	05-05-94	JP-A- 6148513 GB-A- 2272124	27-05-94 04-05-94
DE-A-2937891	24-04-80	JP-C- 1492129 JP-A- 55042624 JP-B- 61053052 US-A- 4372655	20-04-89 26-03-80 15-11-86 08-02-83
US-A-3170979	23-02-65	KEINE	
EP-A-665686	02-08-95	US-A- 5491510 CN-A- 1115152 JP-A- 8032960	13-02-96 17-01-96 02-02-96

THIS PAGE BLANK (USPTO)